

# Facies y secuencias de la plataforma carbonatada somera sinemuriense en la isla de Mallorca (sección Es Barraca), España

## *Facies and sequences of the Sinemurian shallow platform carbonates in the Majorca island (Es Barraca section), Spain*

Ana Sevillano<sup>1</sup>, Beatriz Bádenas<sup>2</sup>, Idoia Rosales<sup>3</sup>, Antonio Barnolas<sup>3</sup> y José María López-García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 07007-Palma de Mallorca, España. a.sevillano@igme.es, jm.lopez@igme.es

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009-Zaragoza, España. bbadenas@unizar.es

<sup>3</sup> Instituto Geológico y Minero de España (IGME), 28730-Tres Cantos, Madrid, España. a.barnolas@igme.es, i.rosales@igme.es

### ABSTRACT

The Es Barraca Member (Sinemurian) of the Majorca island in the type locality corresponds to a 207 m thick succession of shallow platform carbonates. A detailed facies analysis of this section has allowed to characterize 9 facies types, which encompass from supratidal to low-energy open shallow subtidal environments. According to the vertical facies stacking pattern, three different orders of sequences have been defined: high order (~1 m to <10 m in thickness), medium order (~10 m to ~20 m) and low order (~30 m to ~80 m). Low-order sequences represent sharp changes of the depositional style and could be used as a correlation tool with other sections of the Es Barraca Mb, useful for the characterization of the depositional model and the sedimentary evolution of the platform.

**Key-words:** Carbonate platform, facies, sequences, Sinemurian.

*Geogaceta*, 54 (2013), 15-18.  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

### Introducción

Durante el Jurásico Inferior en la isla de Mallorca se desarrolló una plataforma carbonatada somera, caracterizada por facies perimareales (Hettangiense-Sinemuriense: Fm. Mal Pas y Mb. Es Barraca de la Fm. Soller, Fig. 1). Estas facies evolucionaron a un sistema de plataforma más abierta en el que se reconocen zonas de surco intra-plataforma, con acumulación de facies neríticas y zonas de alto fondo, con sedimentación muy reducida y desarrollo posterior de un *hardground* (Alvaro *et al.*, 1989). En las zonas de surco se depositaron margas con braquiópodos (Mb. Sa Moleta), con fauna del Pliensbachiense inferior (Zona Jamesoni, Subzona Jamesoni y base de la Zona Ibex), seguida por una entrada de

material siliciclástico (Mb. Cuarzoarenitas de Es Racó) no datada, pero probablemente Pliensbachiense inferior, y finalmente calizas encriníticas y margocalizas con belemnites y braquiópodos (Fm. Cosconar) atribuida, por las faunas de ammonites descritas por autores previos, al Pliensbachiense superior-Toarciense medio (Alvaro *et al.*, 1989).

En este trabajo se presentan los resultados preliminares del análisis de facies y se aborda por primera vez de forma sistemática el análisis secuencial (secuencias de distinto orden o potencia) en las calizas de plataforma del Mb. Es Barraca (200 a 250 m de potencia) en su localidad tipo. El corte de Es Barraca se localiza a la altura del Km11 de la carretera PM-213 (Inca a Lluc), en la Sierra Norte de Mallorca (Fig. 1) y pertenece al dominio

### RESUMEN

Los carbonatos de plataforma somera del Miembro Es Barraca (Sinemuriense) en la isla de Mallorca presentan en su localidad tipo una potencia de 207 m. Un análisis detallado de esta sección ha permitido caracterizar 9 tipos de facies que abarcan desde el dominio supramareal al submareal somero abierto de baja energía. En cuanto a la distribución vertical de facies se han podido caracterizar secuencias de alto (~1 m a <10 m de potencia), medio (~10 m a ~20 m) y bajo orden (~30 m a ~80 m). Las secuencias reconocidas, especialmente las de bajo orden, representan cambios netos en el estilo de sedimentación de la plataforma, pudiendo ser una importante herramienta de correlación con otras secciones, válida para precisar el modelo sedimentario y evolutivo de la plataforma.

**Palabras clave:** Plataforma carbonatada, facies, secuencias, Sinemuriense.

Fecha de recepción: 29 de enero de 2013  
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013  
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

paleogeográfico de la Sierra Norte (Alvaro *et al.*, 1989). En el corte tipo, que fue descrito previamente por Barnolas y Simó (1984), se reconocen 207 metros de calizas bien estratificadas, con un límite inferior no identificado y un límite superior neto que pone en contacto a las calizas del Mb. Es Barraca con un nivel métrico de calizas bioclásticas que contienen abundantes cantos de cuarzo muy redondeados. Éste, puede interpretarse como un nivel transgresivo del Pliensbachiense superior que incorpora cantos de cuarzo procedentes del Mb. Es Racó. En las zonas de alto fondo durante el Pliensbachiense estas calizas bioclásticas con cantos de cuarzo se sitúan entre el Mb. Es Barraca y un *hardground* con fauna del Toarciense superior (Alvaro *et al.*, 1989).

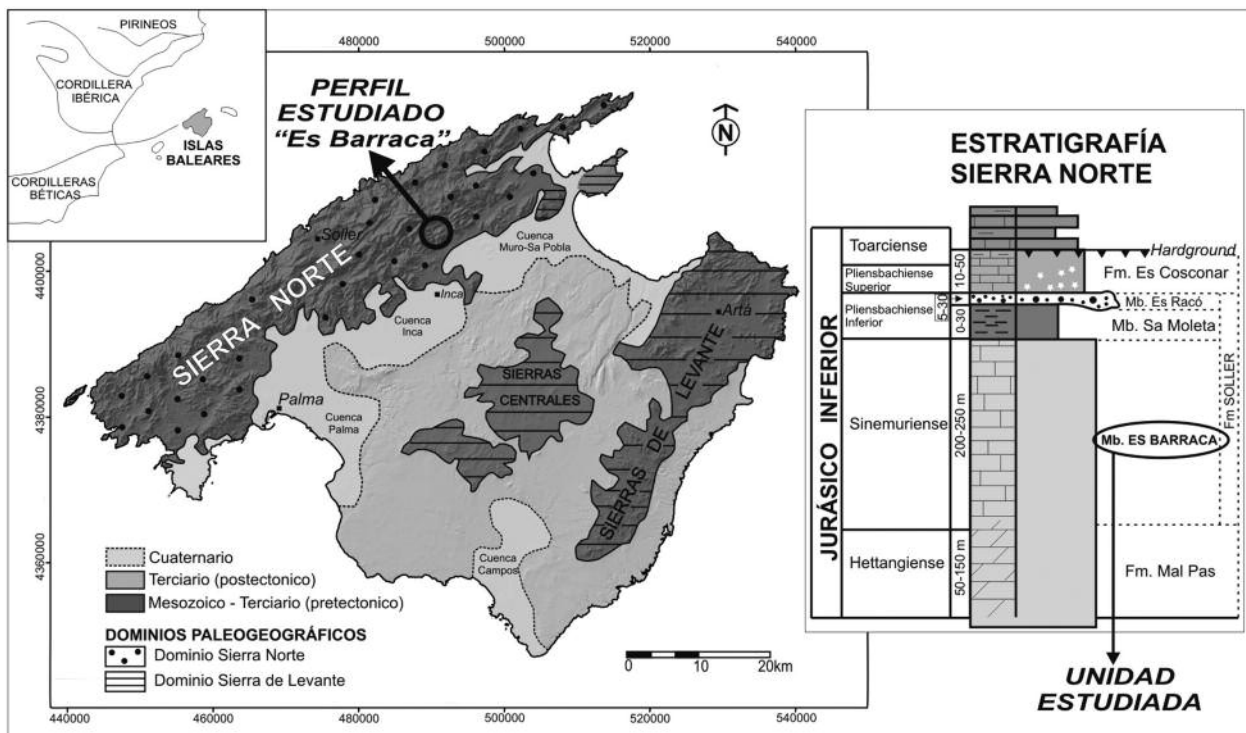


Fig. 1.- Situación de la sección estudiada y perfil estratigráfico sintético de las unidades del Jurásico Inferior (Dominio Sierra Norte, Mallorca).  
 Fig. 1.- Location of the studied section and synthetic stratigraphic log of the Lower Jurassic sedimentary units (Sierra Norte Domain, Mallorca).

**Análisis de facies**

El levantamiento de la sección estratigráfica "capa a capa" y el estudio de láminas delgadas ha permitido reconocer 9 tipos de facies sedimentarias (facies A, B, C, D, E, F, G, H e I) que se agrupan en cinco asociaciones de facies representativas de los siguientes dominios: supramareal, intermareal, submareal somero interno de baja energía, submareal somero de alta energía y submareal somero abierto de baja energía (Fig. 2).

La facies A corresponde a *mudstones* con laminación algal crenulada y está caracterizada por la presencia de *tepees*, porosidad fenestral y, en ocasiones, brechas de desecación con cantos negros. Esta facies aparece en niveles de potencia variable (1 a 10 m) y predomina en la parte inferior de la serie. La presencia de estructuras indicativas de exposición subaérea permite interpretar que se desarrolló en un dominio supramareal (Shinn, 1983).

La facies B está formada por *mudstones* con laminación algal plano-paralela estratificados en niveles métricos (1 a 6 m). La geometría plano-paralela de las láminas, así como la ausencia de porosidad fenestral y de *tepees* indica, en comparación con las facies A-supramareal, un menor grado de deformación por exposición subaérea, por lo

que se interpreta su depósito preferente en el dominio intermareal.

La facies C corresponde a *mudstones* puros estratificados en niveles decimétricos a métricos, a veces en tramos con estratificación masiva (Fig. 2). Aparece intercalada o asociada a las facies laminadas (A y B) y predomina en la parte inferior de la serie. La ausencia de granos carbonatados esqueléticos y de estructuras de bioturbación, así como su asociación con las facies A y B, señalan que se depositaría en un dominio submareal somero interno (de baja energía), con cierto grado de restricción, debido a fluctuaciones de salinidad y/o temperatura y adosado a los dominios inter-supramareales.

Las facies D, E, F y G son facies grano-sostenidas estratificadas en niveles decimétricos a métricos, con ocasional estratificación cruzada, que predominan en la parte media y superior de la serie (Fig. 2). Estas se han diferenciado atendiendo al tamaño y tipo de grano dominante. La facies D corresponde a *packstones-grainstones* de bioclastos, dominados por fragmentos bioclásticos diversos y heterométricos, y peloides y/o ooides como componentes accesorios. La facies E incluye *packstones-grainstones* de ooides y/o peloides, con ooides incipientes de láminas micríticas y/o peloides. Es por lo tanto, una facies domi-

nada por granos no esqueléticos de grano fino. Por el contrario, en la facies F predominan los granos gruesos no esqueléticos. Se trata de *packstones-grainstones* de intraclastos, peloides y/o ooides, con intraclastos redondeados de algunos milímetros de diámetro de facies variadas fangosas, peloidales y oolíticas. La facies G corresponde a calcarenitas con intraclastos, peloides y/o ooides, caracterizadas por la presencia de granos de cuarzo de tamaño arena. La gran variedad de granos no esqueléticos y esqueléticos, fundamentalmente fragmentos de bivalvos, gasterópodos, algas calcáreas, foraminíferos, ostracodos, equínidos y crinoides, sugiere el depósito en dominios submareales someros de alta energía (Flügel, 2004).

Las facies H e I predominan en la parte media y superior de la serie (Fig. 2). Son *wackestones-packstones* bioclásticos (H) y *mudstones* bioturbados con bioclastos (I). La textura dominante fangosa y la presencia de restos fósiles y de bioturbación, indican que estas facies representarían dominios submareales someros abiertos de baja energía.

**Análisis secuencial**

La diferenciación de secuencias en la serie estudiada se ha basado en el análisis

de la evolución vertical de las facies y superficies de discontinuidad que marcan cambios más o menos bruscos en la sedimentación asociados a límites de secuencia. Atendiendo a estos criterios se han reconocido tres órdenes de secuencias en función de su potencia (Fig. 2): de alto orden (potencia de ~1 m a <10 m), de medio orden

(~10 m a ~20 m) y de bajo orden (~30 m a ~80 m).

*Secuencias de bajo y medio orden*

Se han reconocido 4 secuencias de bajo orden (Fig. 2). Las dos primeras (1 y 2) son secuencias somerizantes dominadas por fa-

cies submareales fangosas internas (C) y, en menor proporción, por facies inter- y supramareales con laminación algal (A y B) y facies submareales granosostenidas de ooides y peloides (D). La secuencia 1 muestra la somerización a largo término completa desde facies submareales hasta términos inter- y supramareales, y está comprendida a su vez

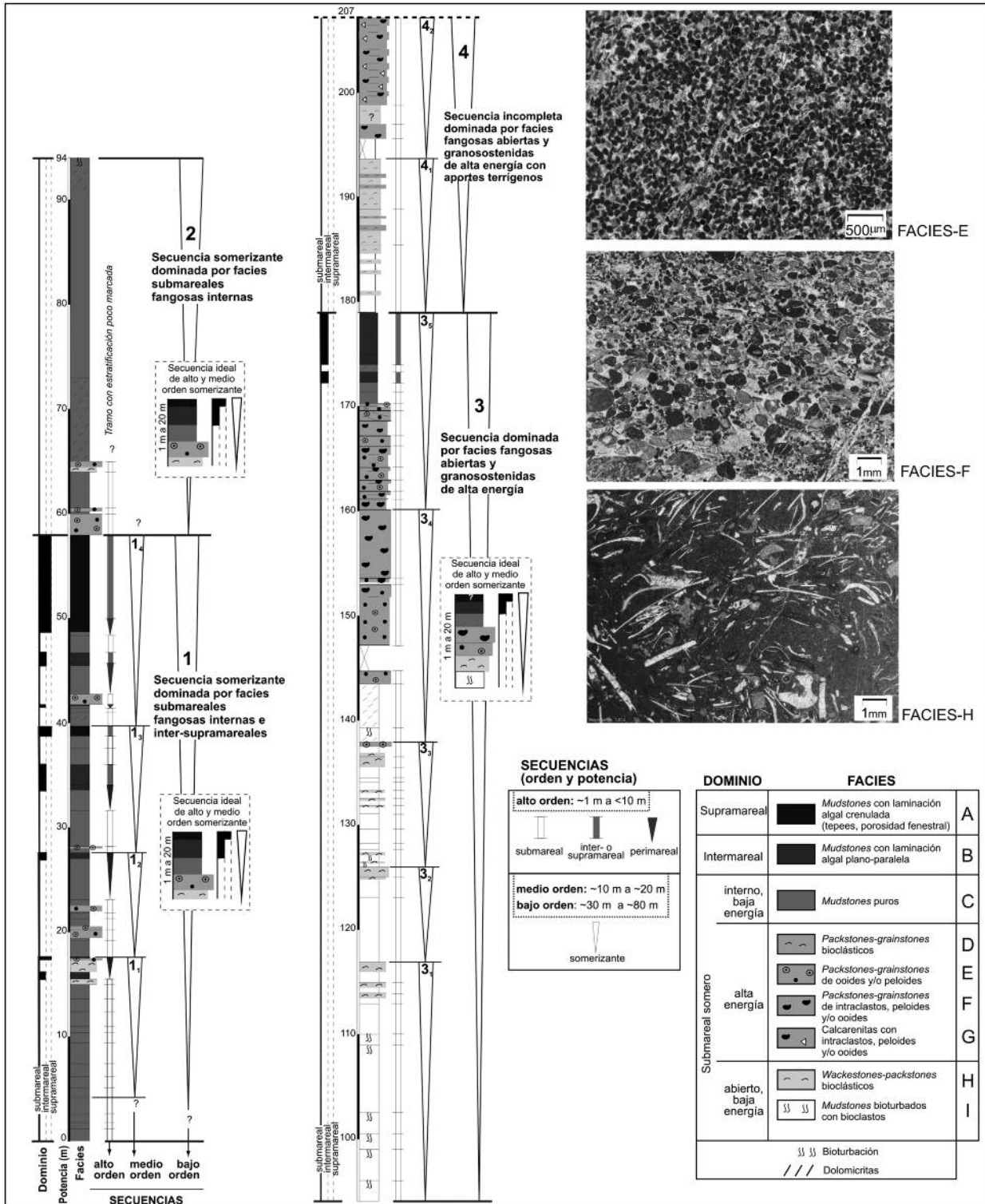


Fig. 2.- Facies y secuencias de alto, medio y bajo orden descritas en el perfil estudiado para el Mb. Es Barraca (Fm. Soller).  
Fig. 2.- Facies and high-, medium- and low-order sequences in the studied Es Barraca section (Es Barraca Mb, Soller Fm).

por cuatro secuencias de medio orden ( $1_1$  a  $1_4$ ), con una evolución de facies somerizante similar. El límite entre las secuencias 1 y 2 representa una profundización relativa marcada por el paso brusco de facies supramareales, a facies submareales de alta energía. La somerización en la secuencia 2 viene marcada por el paso de facies submareales granosostenidas de alta energía a facies submareales fangosas internas, siendo incompleta ya que no se alcanzan los dominios inter- y supramareales. La homogeneidad de facies y la estratificación poco visible, hace que no existan suficientes criterios para reconocer secuencias de orden medio en esta secuencia 2.

La secuencia 3, también somerizante, está dominada por facies fangosas abiertas con bioclastos (I y H) que hacia techo pasan a facies granosostenidas de alta energía predominantemente de grano grueso (D a F), y finalmente a facies fangosas submareales internas y laminadas intermareales (C y B) (Fig. 2). El límite entre las secuencias 2 y 3 correspondería a una profundización relativa marcada por el paso de facies fangosas internas (C) en la secuencia 2, a fangosas abiertas (I) en la secuencia 3. En la secuencia 3 se han definido 5 secuencias de orden medio somerizantes ( $3_1$  a  $3_5$ ). Las tres primeras corresponden a secuencias granocrecientes dominadas por fangos abiertos bioturbados y bioclásticos. La secuencia  $3_4$  implica a facies fangosas abiertas que somerizan hacia facies de alta energía granosostenidas, mientras que la secuencia  $3_5$  registra finalmente la somerización a los dominios internos e intermareales.

El límite entre las secuencias 3 y 4 supone una profundización relativa neta, marcada por el paso de facies intermareales a fangos submareales abiertos (Fig. 2). La secuencia 4 está dominada por facies fangosas abiertas y granosostenidas de alta energía, con evidencias de aportes terrígenos (i.e. calcarenitas con intraclastos, peloides y/o ooides). Incluye al menos dos secuencias de medio orden ( $4_1$  y  $4_2$ ), granocrecientes y somerizantes, similares en evolución de facies a las de la secuencia 3.

#### Secuencias de alto orden

Las secuencias de alto orden tienen pocos metros de potencia y estarían en el rango de las típicas secuencias somerizantes definidas para llanuras de marea carbonatada (p.e. James, 1984). Sin embargo, en

la serie estudiada predominan las facies submareales. Por este motivo, el criterio que ha prevalecido para la delimitación de las secuencias de alto orden ha sido la identificación de superficies de estratificación netas, asociadas a superficies de erosión, exposición subaérea u omisión, que representen límites de secuencias (e.g. Bosence *et al.*, 2009). Se han reconocido tres tipos de secuencias de alto orden, en función del tipo de facies que contienen (Fig. 2): secuencias submareales, formadas por una o más facies submareales, con tendencia de facies agradable, granocreciente o granodecreciente; secuencias inter- o supramareales, que abarcan una única facies agradable, o bien intermareal o bien supramareal; y secuencias perimareales somerizantes de facies sub- a intermareales, o bien inter- a supramareales. Ninguna de las secuencias de alto orden reconocidas es una secuencia completa somerizante *sensu* James (1984). No obstante, a partir de las secuencias reales, se pueden proponer dos tipos de secuencias somerizantes ideales (Fig. 2): una dominada por facies granosostenidas de ooides y/o peloides, para las secuencias de bajo orden 1 y 2; y una dominada por fangos abiertos y facies granosostenidas de grano grueso, para la secuencia 3.

#### Discusión y conclusiones

El análisis sedimentológico y secuencial en las calizas de plataforma del Mb. Es Barraca (Sinemuriense) ha permitido caracterizar las facies en sus dominios supramareal, intermareal y submareal somero (interno de baja energía, de alta energía y abierto de baja energía), así como su organización en secuencias de bajo, medio y alto orden, a lo largo de un intervalo temporal en torno a 10 Ma. Los datos obtenidos conllevan una serie de implicaciones para establecer el modelo sedimentario y evolutivo de la plataforma:

1) Las secuencias de bajo orden, abarcando secuencias de medio orden, reflejan la evolución de facies a largo término dentro la plataforma estudiada, y suponen en conjunto la progresiva apertura de la misma (de las secuencias de bajo orden 1-2 en facies más internas, a las secuencias 3-4, en facies más abiertas), lo que es coherente con el contexto transgresivo de más largo término del Jurásico Inferior. Teniendo en cuenta la duración temporal, las secuencias

de bajo orden entrarían en el rango de las secuencias de 3<sup>er</sup> orden (0,5 a 3 Ma de duración según Einsele, 1992), mientras que las de medio orden estarían en el rango de duración de los ciclos de excentricidad de rango largo. Puesto que estas secuencias implican cambios netos en el estilo de sedimentación en la plataforma, tienen previsiblemente potencial de ser registrados en otros sectores de la plataforma de Mallorca.

2) Las secuencias de alto orden estarían en el rango de las secuencias tipo somerizantes de James (1984), y con una duración próxima a la de los ciclos de oblicuidad o precesión. Si bien las secuencias reales no se ajustan a las de este autor, se han establecido dos tipos de secuencias ideales de alto orden que abarcarían todos los términos de dicha secuencia somerizante. El origen de estas secuencias se ha relacionado tanto con factores alocíclicos (cambios eustáticos debidos a ciclos orbitales de alta frecuencia o pulsos tectónicos) como a factores autocíclicos, por lo que *a priori* tendrán menor potencial de correlación con los de otras series.

#### Agradecimientos

Contribución al proyecto GCL2011-24546 del MINECO.

#### Referencias

- Alvaro, M., Barnolas, A., Cabra, P., Comas-Rengifo, M.J., Fernández-López, S.R., Goy, A., Del Olmo, P., Ramírez del Pozo, J., Simó, A. y Ureta, S. (1989). *Cuadernos de Geología Ibérica* 13, 67–120.
- Barnolas, A. y Simó, A. (1984). En: *Sedimentología del Jurásico de Mallorca* (A. Barnolas, Ed.), Grupo Español del Mesozoico, 135-140.
- Bosence, D.W.J., Procter, E., Aurell, M., Bel Kahla, A., Boudagher-Fadel, M., Casaglia, F., Cirilli, S., Mehdié, M., Nieto, L., Rey, J., Scherreiks, R., Soussi, M. y Waltham, D. (2009). *Journal of Sedimentary Research* 79, 389–415.
- Einsele, G. (1992). *Sedimentary Basins: Evolution, Facies and Sediment Budget*. Springer-Verlag, Berlin, 628 p.
- Flügel, E. (2004). *Microfacies of carbonate rocks*. Springer-Verlag, Berlin, 976 p.
- James, N.P. (1984). En: *Facies Models* (R.G. Walker, Ed.), Geological Association Canada, 4, 213–228.
- Shinn, E.A. (1983). En: *Carbonate Depositional Environments*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 33, 171–210.